

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-353725

(43) 公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
G 1 1 B 11/10	5 0 6	C 1 1 B 11/10	5 0 6 D
	5 1 1		5 1 1 A
	5 2 3		5 2 3
	5 7 1		5 7 1 A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平10-156308

(22) 出願日 平成10年(1998)6月4日

(71) 出願人 000003049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 中嶋 淳策

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

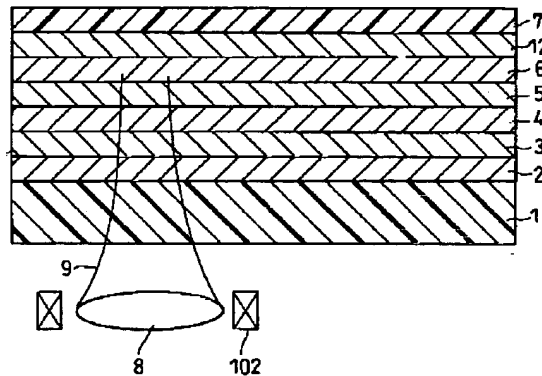
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 光磁気記録媒体および光磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】 小さな外部磁界で記録できる光磁気記録媒体と、光ヘッドと磁気ヘッドとを上記光磁気記録媒体に対して同じ側に配置した光磁気記録装置とを提供する。

【解決手段】 記録媒体には、基板1上に少なくとも記録層3、非磁性層4、記録補助層5、酸化防止層6、強磁性体層12がこの順もしくは、強磁性体層12、酸化防止層6、記録補助層5、非磁性層4、記録層3の順に積層されている。上記記録補助層5が外部磁界により発生する磁界と上記強磁性体層12の作用による磁束の集中とにより、上記記録層3の位置での磁界が大きくなり、上記記録媒体の磁界感度が改善される。光磁気ディスク装置は、対物レンズ8を有する光ヘッドとコイル102からなる磁気ヘッドとが上記記録媒体に対して同じ側に配置されており、上記記録媒体に対して情報の記録を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に少なくとも記録層、非磁性層、記録補助層がこの順もしくは、記録補助層、非磁性層、記録層の順に形成された光磁気記録媒体であって、上記記録補助層は、室温付近に補償温度をもち、上記記録層のキュリー温度付近で飽和磁化が大きくなるフェリ磁性体であり、かつ記録の際に加熱された部位の磁化方向が、変調する外部磁界に従って変化することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項2】基板上に少なくとも記録層、非磁性層、記録補助層、非磁性層、強磁性体層がこの順もしくは、強磁性体層、非磁性層、記録補助層、非磁性層、記録層の順に形成された光磁気記録媒体であって、上記記録補助層は、室温付近に補償温度をもち、上記記録層のキュリー温度付近で飽和磁化が大きくなるフェリ磁性体であり、かつ記録の際に加熱された部位の磁化方向が、変調する外部磁界に従って変化することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項3】上記強磁性体層が、軟磁性体であることを特徴とする請求項2に記載の光磁気記録媒体。

【請求項4】上記記録補助層と上記強磁性体層とに挟まれた上記非磁性層の熱伝導率が、上記記録層と上記記録補助層に挟まれた上記非磁性層の熱伝導率よりも低いことを特徴とする請求項2に記載の光磁気記録媒体。

【請求項5】上記記録層と上記記録補助層との間に反射層が設けられていることを特徴とする請求項1または2に記載の光磁気記録媒体。

【請求項6】上記基板内に強磁性体層が形成されていることを特徴とする請求項2に記載の光磁気記録媒体。

【請求項7】請求項2に記載の光磁気記録媒体に対して情報の記録を行う光磁気記録装置であって、光ヘッドと、上記光磁気記録媒体に対して上記光ヘッドと同じ側に配置された磁気ヘッドとを備えたことを特徴とする光磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報記録媒体として用いられる光磁気ディスク等の光磁気記録媒体およびその記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年では、コンピュータの記録装置や音楽、画像情報等のパッケージメディアとしての光磁気ディスクの高密度化が進んでいる。光磁気ディスクに情報を書き込む方式としては、情報に応じてレーザの光強度を変調して記録する光変調方式と、外部磁界を変調して記録する磁界変調方式の2種類がある。このうち記録密度を高くできるのは磁界変調方式であり、実用化されている光磁気記録再生装置の多くはこの方式をとっている。

【0003】磁界変調方式では、高周波磁界を媒体の記

録膜に印加する必要があるため、磁気ヘッドを記録膜近傍に配置する必要がある。そこで、図25に示すように、従来の記録媒体は、透明基板61上に、透明誘電体層62、記録層63、非磁性層64、反射層65、保護層66がこの順に設けられている。また、光磁気記録再生装置は光ヘッド（図示せず）と磁気ヘッド70とを備えている。前記光ヘッドは対物レンズ71を備え、上記光磁気ディスクに対して上記透明基板61側から光ビーム72を照射する構成となっており、上記磁気ヘッド70は、磁心701とコイル702とから構成されている。上記透明基板61の厚みは1mm前後と厚いので、上記磁気ヘッド70を上記記録層63に近付けるために、上記磁気ヘッド70は、上記透明基板61に対して上記光ヘッドと反対側に置かれる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ここで、上述のように光ヘッドと磁気ヘッドとが記録媒体を挟んで反対側に配置されていると、装置が大型になることや、貼り合わせディスクを使用できないことなどの問題が生じる。

【0005】また、光ヘッドと磁気ヘッドとを上記記録媒体に対して同じ側に配置すると、磁気ヘッドが記録層位置に作る磁界が小さくなるため、記録ができないという問題が生じる。

【0006】これに対して、特開昭63-204533号公報には、光ヘッドと磁気ヘッドコイルとを記録媒体に対して同じ側に配置し、前記記録媒体に対して上記光ヘッドおよび上記磁気ヘッドコイルの逆側に強磁性体を配置した構成、および上記強磁性体を記録媒体内に形成した構成が開示されている。

【0007】上記従来の構成は、記録媒体に記録を行う際に外部磁界の磁束が拡散しないようにするものである。しかしながら、実際に上記記録媒体に記録を行うには大きな消費電力が必要となり、未だ実用には至っていないのが現状である。

【0008】また、従来から、記録の際に外部磁界を用いないようにする工夫もなされている。例えば、特開平5-182278号公報には、記録層と補助層とを用いてダイレクトオーバーライトする方法と、その方法を実現する媒体とが開示されている。

【0009】ところが、光磁気記録媒体に記録を行う場合、光変調より磁界変調の方が記録密度を向上させやすいという事情があり、さらに、大容量メモリが望まれている事情ともあわせて、磁界変調が可能で、ディスクの両面が使用できる記録媒体、装置および記録方法が要求されている。

【0010】本発明は、上記の問題を解決するためになされたもので、その目的は、小さな外部磁界で記録ができる光磁気記録媒体を提供することと、このような光磁気記録媒体に情報の記録を行うための光ヘッドと磁気ヘッドとを光磁気記録媒体に対して同じ側に配置した消費

電力の小さい光磁気記録装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項1記載の光磁気記録媒体は、基板上に少なくとも記録層、非磁性層、記録補助層がこの順もしくは、記録補助層、非磁性層、記録層の順に形成された光磁気記録媒体であって、上記記録補助層は、室温付近に補償温度をもち、上記記録層のキュリー温度付近で飽和磁化が大きくなるフェリ磁性体であり、かつ記録の際に加熱された部位の磁化方向が、変調する外部磁界に従って変化することを特徴としている。

【0012】上記の構成によれば、上記記録補助層の磁気モーメントは小さな外部磁界に従い、さらに、上記記録層の位置に比較的大きな磁界を作るので、前記記録層の磁気モーメントは上記記録補助層から発生する磁界に従うこととなる。すなわち、上記記録層の磁気モーメントは、小さな外部磁界に従うことになる。

【0013】これにより、請求項1に係る光磁気記録媒体は、従来の光磁気記録媒体よりも小さな磁界で記録を行うことができるようになり、この光磁気記録媒体に情報の記録を行う装置を駆動する際の省電力化が可能となる。

【0014】請求項2の光磁気記録媒体は、基板上に少なくとも記録層、非磁性層、記録補助層、非磁性層、強磁性体層がこの順もしくは、強磁性体層、非磁性層、記録補助層、非磁性層、記録層の順に形成された光磁気記録媒体であって、上記記録補助層は、室温付近に補償温度をもち、上記記録層のキュリー温度付近で飽和磁化が大きくなるフェリ磁性体であり、かつ記録の際に加熱された部位の磁化方向が、変調する外部磁界に従って変化することを特徴としている。

【0015】上記の構成によれば、上記記録補助層の磁気モーメントは小さな外部磁界に従い、さらに、上記記録層の位置に比較的大きな磁界を作るので、前記記録層の磁気モーメントは上記記録補助層から発生する磁界に従うこととなる。すなわち、上記記録層の磁気モーメントは、小さな外部磁界に従うことになる。また、上記強磁性体層が記録媒体内に存在することにより磁束の集中がおこり、より小さな外部磁界で記録を行うことが可能となる。

【0016】これにより、請求項2に係る光磁気記録媒体は、従来の光磁気記録媒体よりも小さな磁界で記録を行うことができるようになり、この光磁気記録媒体に情報の記録を行う装置を駆動する際の省電力化が可能となることに加えて、上記光磁気記録媒体は、光ヘッドと磁気ヘッドとが上記光磁気記録媒体に対して同じ側に配置される装置を用いて記録を行うことができる。

【0017】請求項3の光磁気記録媒体は、請求項2の構成に加えて、上記強磁性体層が、軟磁性体であることを特徴としている。

【0018】上記の構成によれば、上記強磁性体層に透磁率の大きい軟磁性体を用いることにより磁束の集中効果がさらに大きくなるので、より低磁界での記録が可能となり、この光磁気記録媒体に情報の記録を行う装置を駆動する際の電力もさらに小さくすることができる。

【0019】請求項4の光磁気記録媒体は、請求項2の構成において、上記記録補助層と上記強磁性体層とに挟まれた上記非磁性層の熱伝導率が、上記記録層と上記記録補助層に挟まれた上記非磁性層の熱伝導率よりも低いことを特徴としている。

【0020】上記の構成によれば、上記光磁気記録媒体は、熱を上記強磁性体層に逃がすことなく上記記録層と上記記録補助層とを加熱することができる。さらに、強磁性体層の温度が上がらず透磁率を大きく維持することができるので、より小さな磁界で上記光磁気記録媒体に記録ができる。

【0021】これにより、上記光磁気記録媒体においては、磁界に対しての記録感度が良好となり、また、記録の際に必要なレーザーパワーが小さくなるので、更なる省電力化が可能となる。

【0022】請求項5の光磁気記録媒体は、請求項1または2の構成において、上記記録層と上記記録補助層との間に反射層が設けられていることを特徴としている。

【0023】上記の構成によれば、上記記録層と上記反射層との間でおこる光の多重反射、すなわち、光の干渉効果により磁気光学効果が増大するので、これにより、上記光磁気記録媒体の記録再生における再生信号の品質が向上する。

【0024】請求項6の光磁気記録媒体は、請求項2の構成において、上記基板内に強磁性体層が形成されていることを特徴としている。

【0025】上記の構成により、光ヘッドと磁気ヘッドとを記録媒体に対して上記保護層側に配置した光磁気記録装置により上記保護層側から光ビームを照射することで、上記光磁気記録媒体は磁界に対する記録感度を向上させることができる。

【0026】請求項7の光磁気記録装置は、請求項2に記載の光磁気記録媒体に対して情報の記録を行う光磁気記録装置であって、光ヘッドと、上記光磁気記録媒体に対して上記光ヘッドと同じ側に配置された磁気ヘッドとを備えたことを特徴としている。

【0027】上記の構成により、請求項2に記載の光磁気記録媒体は、従来よりも小さな外部磁界で記録を行うことができるので、上記光磁気記録装置は、装置を小型化することができる。また、貼り合わせディスクを使用することができるという利点も有する。

【0028】

【発明の実施の形態】〔実施の形態1〕本発明の第1の実施の形態について図1ないし図9に基づいて説明する。

【0029】図1は、本実施の形態に係る記録媒体（光磁気記録媒体）を用い、光磁気ディスク装置により情報の記録を行う様子を示す模式図である。上記記録媒体には、基板1上に透明誘電体層2、記録層3、非磁性層4、記録補助層5、酸化防止層（非磁性層）6、保護層7がこの順に設けられている。上記基板1はポリカーボネートからなっており、厚みは1.2mmである。上記透明誘電体層2は厚み80nmのAlN、上記記録層3は厚み30nmのDyFeCo、上記非磁性層4は厚み20nmのAlN、上記記録補助層5は厚み250nmのGdFeCo、上記酸化防止層6は厚み40nmのAlN、上記保護層7は厚み5μmの紫外線硬化樹脂である。

【0030】図2には、上記記録層3に用いられるDyFeCoの磁気特性として、保磁力 H_c および飽和磁化 M_s の温度依存性が示されている。

【0031】一般的に磁界変調方式による情報の記録は、記録層にレーザ光を照射して昇温させることにより上記記録層の保磁力を低下させると共に、記録すべき情報に応じて変調された外部磁界を印加することにより記録層の磁化を外部磁界の向きに応じて反転させることによって行われる。上記保磁力は温度が上がると低下し、キュリー温度で0となるので、記録を行うためには記録層の温度をキュリー温度近傍にする必要がある。

【0032】以上のような理由により、上記記録層3に記録が行われる温度は前記記録層3のキュリー温度である200℃近傍である。従って、上記記録層3の温度を200℃近傍にして保磁力 H_c を小さくし、外部磁界により記録を行う。

【0033】また、図3は上記記録補助層5に用いられるGdFeCoの磁気特性を示している。上記記録補助層5は上記記録層3と同じく室温付近に補償温度を持っているが、上記記録層3に比べるとキュリー温度が高く、同一温度における保磁力 H_c が上記記録層3よりも小さくなるように調整されている。また、上記記録補助層5は上記記録層3のキュリー温度である200℃付近で大きな飽和磁化 M_s をもっている。なお、ここでは、記録補助層5の材料としてGdFeCoを例示したが、これに限定されず、室温付近に補償温度をもち、記録層3のキュリー温度付近で飽和磁化が大きくなる特性を有するフェリ磁性体であればよい。

【0034】次に、上記記録媒体に情報の記録を行う光磁気ディスク装置は、上記記録媒体に、基板1側から光ヘッド（図示せず）の対物レンズ8を通して光ビーム9を照射し、上記光ヘッドとは逆側にある磁気ヘッド10を駆動して記録を行う。上記磁気ヘッド10はフェライトの磁芯101とコイル102とからなっている。

【0035】図4は、磁界変調で記録した際の、高周波磁界のピーク値とジッタとの関係を表したグラフである。ここでは、最短マークを0.6μmとした8/16

変調のランダムデータを記録し、ディスクの線速を6m/secとしている。上記最短マークを書くときの記録周波数は5MHzである。

【0036】図4から判るように、外部から印加する磁界のピーク値を500e以上とするとジッタが充分小さくなり、良好な記録が行える。また、この時記録に必要なレーザパワーは約11mWであり、500eの磁界を発生させるのに必要な電流は約0.05Aであった。

【0037】ここで、本実施の形態に係る記録媒体との比較のために、図25に示した従来から用いられている光磁気ディスク装置と記録媒体とを用い、高周波磁界のピーク値とジッタとを測定した。上記記録媒体には、前述したように、透明基板61上に、透明誘電体層62、記録層63、非磁性層64、反射層65、保護層66がこの順に設けられている。従来の記録媒体は、本実施の形態に係る記録媒体に備えられている記録補助層5および酸化防止層6を持たず、本実施の形態に係る記録媒体にはない上記反射層65が備えられた構成となっている。上記反射層65は厚さ30nmのAl合金であり、上記透明基板61、上記透明誘電体層62、上記記録層63、上記非磁性層64、上記保護層66は本実施の形態に係る記録媒体における、基板1、透明誘電体層2、記録層3、非磁性層4、保護層7とそれぞれ同じである。

【0038】また、上記光磁気ディスク装置において、対物レンズ71を備え、光ビーム72を照射する光ヘッド（図示せず）、および磁心701とコイル702とを備えた磁気ヘッド70も、本実施の形態の光ヘッドおよび磁気ヘッド10と同じ構成である。

【0039】図26に、本実施の形態と同様にして高周波磁界のピーク値とジッタとの関係を調べた結果が示されている。図26から判るように、従来の記録媒体に対してジッタが最小となる良好な記録を行うためには、本実施の形態に係る記録媒体が必要とする磁界ピーク値よりはるかに大きい3000e以上の磁界ピーク値が必要である。このとき記録に必要なレーザパワーは、本実施の形態に係る記録媒体の場合よりも小さい約7mWであり、また、従来の記録媒体が良好な記録を行うために必要な3000eの磁界を発生させるためには、本実施の形態において必要な電流値よりも大きい約0.3Aが必要であった。

【0040】以上のように、本実施の形態に係る記録媒体は従来の記録媒体と比較して記録の磁界感度が大きく改善されている。そこで、本実施の形態に係る記録媒体の記録の磁界感度が改善された理由を以下に説明する。

【0041】図5(a)は本実施の形態に係る記録媒体における記録の説明図であり、図5(b)は上記従来の記録媒体における記録の説明図である。

【0042】図5(b)に示すように、記録層63のうち光ビーム72が照射された部位は温度が上昇し、図中

に示すような温度分布 T をもつ。記録されるべき記録ビット(上記記録層63)の磁気モーメント A は外部磁界 E_b に従った方向を向き、記録が行われる。この時必要な外部磁界 E_b が磁界ピーク値である。

【0043】図5(a)に示すように、上記記録補助層5において光ビーム9が照射された部位も、上記温度分布 T のように温度上昇がおり、上記記録補助層5は大きな飽和磁化 M_s を示す。従って、上記記録層3の磁気モーメント A の真下にある上記記録補助層5の磁気モーメント B は大きくなり、その方向は比較的小さな外部磁界 E_a に従うこととなる。上記記録層3の磁気モーメント A と上記記録補助層5の磁気モーメント B は、非磁性層4を挟んで静磁的に結合するので、上記記録層3の磁気モーメント A も小さな外部磁界 E_a に従うこととなる。よって、図5(a)において、磁界変調記録を行うために外部磁界 E_a が反転すれば磁気モーメント B も外部磁界 E_a に従って反転し、さらに磁気モーメント B と静磁結合している磁気モーメント A も反転して記録が行われることとなる。

【0044】以上のような理由により、本実施の形態に係る記録媒体は小さな磁界ピーク値で、ジッタの大きさを、良好な記録が可能な程度に充分小さくすることができる。

【0045】また、次のように考えることもできる。記録補助層5の磁気モーメント B は小さな外部磁界 E_a に従い、また、上記記録補助層5の磁気モーメント B が上記記録層3の磁気モーメント A の位置に作る磁界は比較的大きい。したがって、記録層3の磁気モーメント A は上記記録補助層5の磁気モーメント B から発生する磁界に従うこととなる。

【0046】ここで、記録補助層5の磁気モーメント B から発生する磁界の大きさを求めるために、図6に示すような、直径が $1\mu\text{m}$ で長さが $L(\mu\text{m})$ の円筒系の磁性体を仮定する。前記磁性体の飽和磁化 M_s は、記録補助層5とほぼ等しい 100emu/cc とする。

【0047】図7に、円筒の軸上で底面から 20nm の位置にできる磁界 H と L の関係を計算した結果を示す。この結果より、 L がおおよそ $0.25\mu\text{m}$ あれば上記磁性体には約 2500e の磁界 H ができることがわかる。

【0048】本実施の形態においては記録補助層5の厚さが 250nm ($0.25\mu\text{m}$)であり、記録温度での飽和磁化 M_s が 100emu/cc であるから、上記記録補助層5の磁気モーメント B は、記録層3の位置におよそ 2500e の磁界を作っていると考えられる。このように、外部磁界 E_a のピーク値としては 500e を印加しただけであるが、上記記録補助層5から発生する磁界が加算されることで、実効的に上記記録層3に加わっている磁界のピーク値は $250+50=3000\text{e}$ 程度となる。

【0049】以上のような理由により、本実施の形態に

係る記録媒体において記録の磁界感度が大きく改善される。また、本実施の形態に係る記録媒体が従来の記録媒体と比較して大きなレーザパワーを必要とする理由は、記録層3に加えて記録補助層5も加熱するためである。

【0050】さらに、図8は外部磁界のピーク値を 500e としたときの、ジッタと記録補助層5の膜厚との関係を表したものである。これにより、ジッタの大きさを、良好な記録が可能な程度に充分小さくするためには、記録補助層5の膜厚を約 250nm 以上とすればよいことがわかる。

【0051】また、記録補助層5の膜厚が小さくなるほど、図6および図7を用いて説明したように、上記記録補助層5の磁気モーメント B が記録位置につくる磁界は小さくなるため、充分な記録が行われないことがわかる。

【0052】以上のように、本実施の形態に係る記録媒体は、記録補助層5を備えたことにより記録層3の位置の磁界が大きくなるため、従来の記録媒体よりも磁界感度が良くなることにより小さな外部磁界で記録を行うことができ、省電力化が可能になる。

【0053】なお、図9に示すように、基板1上に、酸化防止層6、記録補助層5、非磁性層4、記録層3、透明誘電体層2、保護層7の順に積層した記録媒体を用い、上記保護層7側から光ビーム9を照射する構成で記録再生を行っても、図1の場合と同様の効果が得られることとなる。また、図9に示す構成の場合、上記光ビーム9は上記保護層7側から入射するので、上記基板1は透明基板である必要はない。

【0054】〔実施の形態2〕本発明の第2の実施の形態について図10ないし図15に基づいて説明する。なお、前記した実施の形態で説明した構成と同様の構成については、同じ参照番号を付与し、その説明を省略する。

【0055】図10は本実施の形態に係る光磁気ディスク装置と記録媒体の模式図である。上記記録媒体には、基板1上に、透明誘電体層2、記録層3、非磁性層4、記録補助層5、酸化防止層6、強磁性体層12、保護層7がこの順に設けられている。上記強磁性体層12は、厚さ $0.3\mu\text{m}$ の鉄からなっており、それ以外の層は実施の形態1と同じである。

【0056】上記光磁気ディスク装置においては、磁芯のないコイル102からなる磁気ヘッドが、記録媒体に対して、対物レンズ8を備えた光ヘッドと同じ側に配置されている。上記光ビーム9の光路を確保するために、上記コイル102は、上記対物レンズ8の周囲に配置されている。

【0057】図11はコイル102に流した高周波電流のピーク値とジッタとの関係を表すグラフである。このグラフより、ジッタの大きさを、良好な記録が可能な程度に充分小さくするためには、電流値を約 0.8A 以上

とすればよいことがわかる。記録の条件は実施の形態1と同じであり、記録に必要なレーザパワーは約14mWであった。

【0058】次に、図12に、比較のために実施の形態1で用いた記録媒体を用いて、本実施の形態と同様の光磁気ディスク装置により、同様の記録条件で実験を行った模式図を示す。

【0059】図13はコイル102に流した高周波電流のピーク値とジッタとの関係を表している。これにより、実施の形態1の記録媒体において、ジッタの大きさを、良好な記録が可能な程度に充分小さくするために、電流値を約1.0A以上とすることがわかる。また、このとき記録に必要なレーザパワーは12mWで、本実施の形態に必要な電流値と比較すると小さかった。

【0060】以上のように、本実施の形態に係る記録媒体は、磁気ヘッドを前記録媒体に対して光ヘッドと同じ側に配置した構成の光磁気ディスク装置を用いた場合、記録に充分な磁界を発生させるのに必要な電流は、実施の形態1の記録媒体を用いたときよりもさらに小さくてすむ。したがって、コイルに大きな電流を流す必要がないので、従来よりも細い銅線でコイルを作成することができ、コイルの小型化が可能となる。

【0061】次に、本実施の形態に係る記録媒体が、良好な記録を可能にする程度にジッタの大きさを小さくするために必要な電流値を実施の形態1に係る記録媒体に比べて小さくすることができる理由を以下に説明する。

【0062】図14(a)は強磁性体層を持たない記録媒体(実施の形態1)周辺の磁力線の様子を、図14

(b)は強磁性体層12を有する記録媒体(本実施の形態)周辺の磁力線の様子を表す模式図である。図14

(a)および(b)に示す場合においてコイル102に流れる電流は同じである。図14(b)では強磁性体の存在により磁束の集中がおこるため、記録層3の位置での磁界は図14(a)よりも大きくなる。すなわち強磁性体層12が存在している本実施の形態に係る記録媒体は、強磁性体層12が存在していない記録媒体に比べて小さな電流値で、良好な記録が可能な程度にジッタを小さくするための磁界を発生させることができる。

【0063】ここで、本実施の形態において記録に必要なレーザパワーが実施の形態1に係る記録媒体を用いた時より大きくなったのは、熱が強磁性体層12に逃げるために、記録層3の温度を前記録層3のキュリー温度付近まで昇温するのに大きなパワーが必要となるためである。

【0064】以上のように、本実施の形態に係る記録媒体は、強磁性体層12を備えたことにより磁束の集中がおこり、記録層3の位置での磁界が大きくなるので、より小さい外部磁界で記録を行うことができ、さらに、光ヘッドと磁気ヘッドとが上記記録媒体に対して同じ側に

配置された光磁気ディスク装置を用いて記録を行うことが可能となる。

【0065】なお、図15に示すように、基板1上に、強磁性体層12、酸化防止層6、記録補助層5、非磁性層4、記録層3、透明誘電体層2、保護層7の順に積層した記録媒体を用い、保護層7側から光ビーム9を照射する構成で記録再生を行っても、図10の構成の場合と同様の効果が得られることとなる。また、図15に示すような構成の場合、上記光ビーム9は上記保護層7側から入射するので上記基板1は透明基板である必要はない。さらに、上記保護層7の厚みは上記基板1よりも薄いので、図10の構成に比べて磁気ヘッドを記録層3に近付けることが可能となり、記録層位置にできる磁界をさらに大きくする、もしくはコイルに流す電流をさらに小さくすることができる。

【0066】〔実施の形態3〕本発明の第3の実施の形態について図10および図15ないし図18に基づいて説明する。なお、前記した実施の形態で説明した構成と同様の構成については、同じ参照番号を付与し、その説明を省略する。

【0067】本実施の形態に係る光磁気ディスク装置と記録媒体とは、実施の形態2で参照した図10に示す通りであり、強磁性体層12が厚さ0.3μmの軟磁性体であるパーマロイからなっている以外は実施の形態2と同じ構成である。

【0068】図16はコイル102に流した高周波電流のピーク値とジッタとの関係を表すグラフである。このグラフより、本実施の形態に係る記録媒体において、ジッタの大きさを、良好な記録が可能な程度に充分小さくするためには、電流値を約0.5A以上とすればよいことがわかる。

【0069】本実施の形態に係る記録媒体の良好な記録に必要な電流値が、実施の形態2の記録媒体と比較して小さいのは、本実施の形態に係る記録媒体における強磁性体層12に、鉄よりも透磁率の大きいパーマロイを用いているからである。本実施の形態に係る記録媒体は、上記パーマロイを用いることにより磁束の集中効果が大きくなり、より小さな電流でも記録が可能となるのである。また、記録に必要なレーザパワーは実施の形態2と同じ約14mWであった。

【0070】続いてコイル102に流す電流のピーク値を0.5Aとして、記録補助層5の厚みとジッタとの関係を調べた結果を図17に示す。記録補助層5の厚さを約120nm以上とすれば、ジッタを十分に小さくすることができ、良好な記録が得られることがわかる。従って、図8と図17とを比較すると、本実施の形態に係る記録媒体は、透磁率の大きいパーマロイからなる強磁性体層12を備えたことにより、実施の形態1に係る記録媒体よりも薄い記録補助層5で充分良好な記録を行うことができるということがわかる。

【0071】ここで、強磁性体層12の作用を説明するために、強磁性体層12が含まれている記録媒体（本実施の形態）と含まれていない記録媒体（実施の形態1）との各々において発生する磁界の違いを説明する。図18（a）は強磁性体層12が記録媒体に含まれないとき（実施の形態1）に記録補助層5より生ずる磁力線の様子を表す模式図であり、図18（b）は強磁性体層12が記録媒体に含まれるとき（本実施の形態）に記録補助層5より生ずる磁力線の様子を表す模式図である。図18（a）および図18（b）において、上記記録補助層5の膜厚および磁気モーメントは同じである。図18（b）では、強磁性体層12の存在により上記記録補助層5から発生する磁束の集中がおこる。従って、記録層3の位置で発生する磁界は図18（a）よりも大きくなる。すなわち、上記強磁性体層12があることにより、記録補助層5の膜厚が薄くても記録層3の位置に大きな磁界を発生させることができる。

【0072】なお、本実施の形態に係る記録媒体において、上記記録補助層5の厚さを120nmとしたとき、記録に必要なレーザパワーは約12mWで、実施の形態2の場合と比較して小さくなった。これは、記録補助層5が薄くなった分、加熱に要する熱量が少なくてすむためである。

【0073】以上のように、本実施の形態に係る記録媒体は、強磁性体層12を軟磁性体とすることにより、さらに磁束の集中効果が大きくなるので、光ヘッドと磁気ヘッドとが上記記録媒体に対して同じ側に配置された光磁気ディスク装置を用いて記録を行うことができる。さらに、上記記録媒体は、より低磁界での記録が可能となるため、装置を駆動する際の電力をさらに小さくすることができる。

【0074】なお、図15に示すように、基板1上に、パーマロイからなる強磁性体層12、酸化防止層6、記録補助層5、非磁性層4、記録層3、透明誘電体層2、保護層7の順に積層した媒体を用い、保護層7側から光ビーム9を照射する構成で記録再生を行っても、同様の効果が得られることとなる。また、図15に示すような構成の場合、上記光ビーム9は上記保護層7側から入射するので上記基板1は透明基板である必要はない。さらに、上記保護層7の厚みは上記基板1よりも薄いので、図10の構成に比べて磁気ヘッドを記録層3に近付けることが可能となり、記録層位置にできる磁界をさらに大きくする、もしくはコイルに流す電流をさらに小さくすることができる。

【0075】〔実施の形態4〕本発明の第4の実施の形態について図10、図15および図19に基づいて説明する。なお、前記した実施の形態で説明した構成と同様の構成については、同じ参照番号を付与し、その説明を省略する。

【0076】本実施の形態に係る光磁気ディスク装置と

記録媒体とは、実施の形態3で参照した図10に示す通りであり、記録補助層5の厚みが120nmで、酸化防止層6がZnSからなっている以外は実施の形態3と同じ構成である。

【0077】図19はコイル102に流した高周波電流のピーク値とジッタとの関係を表すグラフである。このグラフより、本実施の形態に係る記録媒体において、ジッタの大きさを、良好な記録が可能な程度に充分小さくするためには、電流値を約0.35A以上とすればよいことがわかる。そこで、図19と、実施の形態3に係る図16とを比較してみると、本実施の形態に係る記録媒体の方が、実施の形態3に係る記録媒体よりも小さな電流値で良好な記録を行うことができることがわかる。

【0078】また、本実施の形態に係る記録媒体において、記録に必要なレーザパワーは約9mWと、実施の形態3の場合よりも小さくなった。このように、必要なレーザパワーが小さくなった理由は、ZnSの熱伝導率が $0.007 \times 10^{-4} \text{ J/um/}^{\circ}\text{C/sec}$ であるのに対し、実施の形態3において酸化防止層6の材料として用いているAlNの熱伝導率が $0.633 \times 10^{-4} \text{ J/um/}^{\circ}\text{C/sec}$ であり、ZnSの熱伝導率の方が小さいために熱が強磁性体層12に逃げず、記録層3と記録補助層5の加熱に要する熱量が少なくなったためである。

【0079】さらに、本実施の形態に係る記録媒体がより小さな磁界で記録が行えるようになった理由はZnSからなる酸化防止層6の存在により実施の形態3の記録媒体に比べてパーマロイからなる強磁性体層12の温度が上がらず、透磁率が大きいためと考えられる。

【0080】以上のように、本実施の形態に係る記録媒体は、非磁性層4よりも熱伝導率が低い酸化防止層6を備えたことにより、熱を強磁性体層12に逃がさずに記録層3と記録補助層5とを加熱することができる。すなわち、上記強磁性体層12の温度が上がらず、透磁率が大きいため、磁界に対しての記録感度がよくなり、より小さな磁界での記録が可能となる。また、上記記録媒体において、記録の際に必要とされるレーザパワーが小さくなるので、さらなる省電力化が可能となる。なお、図15の構成においても、非磁性層4よりも熱伝導率が低い酸化防止層6を備えることにより、上述と同様の効果が得られる。

【0081】〔実施の形態5〕本発明の第5の実施の形態について図20および図21に基づいて説明する。なお、前記した実施の形態で説明した構成と同様の構成については、同じ参照番号を付与し、その説明を省略する。

【0082】図20に示すように、本実施の形態に係る記録媒体には、基板1上に透明誘電体層2、記録層3、非磁性層4、反射層11、記録補助層5、酸化防止層6、強磁性体層12、保護層7がこの順に設けられてい

る。上記基板1は透明基板であることが望ましく、本実施の形態においてはポリカーボネートからなっている。また、上記反射層11は厚さ10nmのAl合金であり、それ以外の層は実施の形態4と同じである。上記反射層11は非磁性体であるため、上記記録補助層5が上記記録層3に与える磁気的な影響は前述の実施の形態1と同じである。本実施の形態における光磁気ディスク装置では、光ヘッドと磁気ヘッドとは実施の形態2において図10に示された構成と同様に基板1側に設けられている。

【0083】この構成は反射膜構造と呼ばれ、記録層3や反射層11の間での光の多重反射を利用して磁気光学効果を見かけ上大きくすることにより、再生信号の信号品質向上を行うものである。本実施の形態に係る記録媒体においても上記反射膜構造を採用することにより、再生信号の品質向上を達成することが可能である。

【0084】なお、図21に示すように、基板1上に、強磁性体層12、酸化防止層6、記録補助層5、反射層11、非磁性層4、記録層3、透明誘電体層2、保護層7の順に積層した記録媒体を用い、上記保護層7側から光ビームを照射する構成で記録再生を行っても、図20の構成の場合と同様の効果が得られる。また、図21に示す構成では、光ビームは上記保護層7側から入射するため、上記基板1は透明基板である必要はなく、さらに上記保護層7の厚みは上記基板1よりも薄いことから、図20に示す構成に比べて磁気ヘッドを記録層3に近付けることが可能となり、記録層位置にできる磁界をさらに大きく、もしくはコイルに流す電流をさらに小さくすることができる。

【0085】〔実施の形態6〕本発明の第6の実施の形態について図22および図23に基づいて説明する。なお、前記した実施の形態で説明した構成と同様の構成については、同じ参照番号を付与し、その説明を省略する。

【0086】図22に示すように、本実施の形態に係る記録媒体には、基板1上に、透明誘電体層2、再生層13、非磁性中間層14、記録層3、非磁性層4、記録補助層5、酸化防止層6、強磁性体層12、保護層7がこの順に設けられている。上記再生層13は厚さ40nmの $GdFeCo$ であり、室温では面内方向に磁化が向いており、温度が高くなると垂直方向に磁化が向くようになっている。上記非磁性中間層14は厚さ10nmのAlNである。他の層は実施の形態4と同じである。

【0087】上記記録層3は図2に示した磁気特性をもっているため、再生時には、上記記録層3において温度が上昇した領域から磁束が発生する。再生時に上昇した温度のもとでは上記再生層13の磁化は面に垂直の方向を向く。しかし、前記磁化が上を向くか、下を向くかは上記記録層3から発生する磁力線の方向で決まることになる。一方、再生時であっても、上記再生層13におい

て温度の上がっていない部位は磁化が面内方向を向いている。

【0088】このように、再生時に温度が上がった領域でのみ上記記録層3の情報（磁化の方向）を上記再生層13に転写して再生することが可能となる。すなわち、ビームスポットより小さい面積の高温領域が再生されることとなり、再生分解能が向上する。

【0089】図23は本実施の形態に係る記録媒体に0.3 μm マーク長の単一周波数の信号を書き込み、上記記録媒体を再生した際の、C/N比と再生パワーの関係を表したグラフである。再生パワーを適当な値（約2mWから4mWの範囲）にすると高温領域が生じ、C/N比が大きくなる。

【0090】以上のような再生方法は、磁気的超解像としてよく知られた方法であるが、本実施の形態に係る記録媒体においても記録層3と再生層13の間で上記磁気的超解像を起こすことにより再生分解能を向上させ、高密度記録を達成することができる。

【0091】以上のように、本実施の形態に係る記録媒体は、再生層13を備えたことにより、再生時に温度が上がった領域でのみ記録層3の情報を上記再生層13に転写して再生する、すなわち、ビームスポットより小さい面積の高温領域を再生することとなるので、上記記録媒体の再生分解能が向上し、高密度記録が可能となる。

【0092】〔実施の形態7〕本発明の第7の実施の形態について図24に基づいて説明する。なお、前記した実施の形態で説明した構成と同様の構成については、同じ参照番号を付与し、その説明を省略する。

【0093】図24に示すように、本実施の形態に係る記録媒体は、平面基板15上に強磁性体層12をスパッタリングにて形成した後、2P法（フォトリソ法）によりグルーブをもつ2P層16を形成し、ディスク基板30とした。

【0094】上記記録媒体は、上記ディスク基板30上に、酸化防止層6、記録補助層5、非磁性層4、記録層3、透明誘電体層2、保護層7がこの順に設けられている。

【0095】上記平面基板15はポリカーボネートであり、上記強磁性体層12は厚さ0.3 μm のパーマロイであり、上記保護層7は厚さ0.1mmの透明樹脂である。他の層は実施の形態4と同じである。上記記録媒体は、磁気ヘッドと光ヘッドとを共に上記保護層7側に配置した光磁気ディスク装置により上記保護層7側から光ビームを照射することにより、記録再生が行われる。

【0096】ディスク基板30内に備えた強磁性体層12は、実施の形態2で述べたように磁束の集中をおこして記録層3の位置の磁界を大きくする。さらに、上記ディスク基板30と保護層7とは上記保護層7の方が膜厚が薄いので、磁気ヘッドと光ヘッドとを共に上記保護層7側に配置した光磁気ディスク装置を用いることによ

り、上記磁気ヘッドを上記記録層3、記録補助層5、上記強磁性体層12の近くに配置することが可能となり、上記記録層3の位置の磁界をより大きくすることができる。従って、本実施の形態に係る記録媒体はより小さな電流値で、良好な記録が可能な程度にジッタを小さくするための磁界を発生させることができ、実施の形態4と同様に良好な記録感度を実現することができる。

【0097】以上のように、本実施の形態に係る記録媒体は、ディスク基板30内に強磁性体層12を備え、さらに保護層7側から光ビームを照射して記録再生を行うことにより、記録層3の位置での磁界を大きくすることができるため、より小さな磁界での記録が可能となる。

【0098】なお、上記の実施の形態3ないし実施の形態7に係る記録媒体の強磁性体層12においては、軟磁性体の例としてパーマロイを用いたが、これに限定せず、パーマロイ以外の軟磁性体を上記強磁性体層12に用いることは当然可能である。

【0099】また、上記の実施の形態1ないし実施の形態7においては、磁界変調による記録を行う例を説明したが、磁界変調記録を行えば、データを書き換える際に、古いデータの上に直接新しいデータを書き込むことができる（オーバーライトできる）ことは言うまでもない。また、本発明は、各実施の形態で示したような磁界変調記録で効果を発揮するだけでなく、レーザパワーを変調することにより記録を行う光変調記録方式にも適用することができる。

【0100】

【発明の効果】以上のように、請求項1の発明に係る光磁気記録媒体は、基板上に少なくとも記録層、非磁性層、記録補助層がこの順もしくは、記録補助層、非磁性層、記録層の順に形成された光磁気記録媒体であって、上記記録補助層は、室温付近に補償温度をもち、上記記録層のキュリー温度付近で飽和磁化が大きくなるフェリ磁性体であり、かつ記録の際に加熱された部位の磁化方向が、変調する外部磁界に従って変化する構成である。

【0101】これにより、上記光磁気記録媒体は、従来の光磁気記録媒体よりも小さな磁界で記録を行うことができるようになり、光磁気記録装置を駆動する際の省電力化が可能となるという効果を奏する。

【0102】請求項2の発明に係る光磁気記録媒体は、基板上に少なくとも記録層、非磁性層、記録補助層、非磁性層、強磁性体層がこの順もしくは、強磁性体層、非磁性層、記録補助層、非磁性層、記録層の順に形成された光磁気記録媒体であって、上記記録補助層は、室温付近に補償温度をもち、上記記録層のキュリー温度付近で飽和磁化が大きくなるフェリ磁性体であり、かつ記録の際に加熱された部位の磁化方向が、変調する外部磁界に従って変化する構成である。

【0103】これにより、上記光磁気記録媒体は、従来の光磁気記録媒体よりも小さな磁界で記録を行うことが

できるようになり、光磁気記録装置を駆動する際の省電力化が可能となるという効果に加えて、記録媒体に対して光ヘッドと磁気ヘッドとを同じ側に配置された装置を用いて記録を行うことができるという効果を奏する。

【0104】請求項3の発明に係る光磁気記録媒体は、上記強磁性体層が、軟磁性体である構成である。

【0105】これにより、請求項2の構成による効果に加えて、さらに記録層における磁束の集中効果が大きくなるので、より低磁界での記録が可能となり、装置を駆動する際の電力もさらに小さくすることができるという効果を奏する。

【0106】請求項4の発明に係る光磁気記録媒体は、上記記録補助層と上記強磁性体層とに挟まれた上記非磁性層の熱伝導率が、上記記録層と上記記録補助層に挟まれた上記非磁性層の熱伝導率よりも低い構成である。

【0107】これにより、請求項2の構成による効果に加えて、上記光磁気記録媒体は、磁界に対しての記録感度が良好となり、また、レーザパワーが小さくなるので、更なる省電力化を可能にすることができるという効果を奏する。

【0108】請求項5の発明に係る光磁気記録媒体は、上記記録層と上記記録補助層との間に反射層が設けられている構成である。

【0109】これにより、請求項1または2の構成による効果に加えて、上記記録層と反射層の間でおこる光の多重反射、すなわち、光の干渉効果により磁気光学効果が増大し、記録再生における再生信号の品質が向上するという効果を奏する。

【0110】請求項6の発明に係る光磁気記録媒体は、上記基板内に強磁性体層が形成されている構成である。

【0111】これにより、請求項2の構成による効果に加えて、上記光磁気記録媒体は、磁界に対する記録感度が良好となるという効果を奏する。

【0112】請求項7の発明に係る光磁気記録装置は、請求項2に記載の光磁気記録媒体に対して情報の記録を行う光磁気記録装置であって、光ヘッドと、上記光磁気記録媒体に対して上記光ヘッドと同じ側に配置された磁気ヘッドとを備えた構成である。

【0113】これにより、上記光磁気記録装置は、装置を小型化することができ、ディスクの両面を使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態における記録媒体に、光を基板側から照射する光磁気ディスク装置を用いて、記録を行う様子を示す模式図である。

【図2】上記記録媒体の、記録層の磁気特性を表すグラフである。

【図3】上記記録媒体の、記録補助層の磁気特性を表すグラフである。

【図4】上記記録媒体の記録感度を表すグラフである。

【図5】図5(a)は上記記録媒体における記録の説明図で、図5(b)は従来の記録媒体における記録の説明図である。

【図6】仮定した円筒形の磁性体から発生する磁界の大きさの説明図である。

【図7】上記した円筒形の磁性体の長さ、この磁性体から発生する磁界の大きさとの関係を表すグラフである。

【図8】記録補助層の厚みとジッタとの関係を表すグラフである。

【図9】本発明の第1の実施形態の変形例としての記録媒体に、光を保護層側から照射する光磁気ディスク装置を用いて、記録を行う様子を示す模式図である。

【図10】本発明の第2の実施形態に係る記録媒体に、光を基板側から照射する光磁気ディスク装置を用いて、記録を行う様子を示す模式図である。

【図11】上記記録媒体の記録感度を表すグラフである。

【図12】本発明の第1の実施形態に係る記録媒体に、上記光磁気ディスク装置を用いて、記録を行う様子を示す模式図である。

【図13】上記光磁気ディスク装置を用いたときの、本発明の第1の実施形態に係る記録媒体の記録感度を表すグラフである。

【図14】図14(a)は強磁性体層を持たない記録媒体周辺の磁力線の様子を表す模式図で、図14(b)は強磁性体層を有する記録媒体周辺の磁力線の様子を表す模式図である。

【図15】本発明の第2の実施形態の変形例としての記録媒体に、光を保護層側から照射する光磁気ディスク装置を用いて、記録を行う様子を示す模式図である。

【図16】本発明の第3の実施形態に係る記録媒体の記録感度を表すグラフである。

【図17】上記記録媒体における記録補助層の厚みとジ

ッタとの関係を表すグラフである。

【図18】図18(a)は強磁性体層が記録媒体に含まれないときに記録補助層より生ずる磁力線の様子を表す模式図であり、図18(b)は強磁性体層が記録媒体に含まれるときに記録補助層より生ずる磁力線の様子を表す模式図である。

【図19】本発明の第4の実施形態に係る記録媒体の記録感度を表すグラフである。

【図20】本発明の第5の実施形態に係る記録媒体の断面図である。

【図21】光が保護層側から照射されて記録が行われる、本発明の第5の実施形態の変形例としての記録媒体の断面図である。

【図22】本発明の第6の実施形態に係る記録媒体の断面図である。

【図23】上記記録媒体の再生パワーとC/N比との関係を表すグラフである。

【図24】光が保護層側から照射されて記録が行われる、本発明の第7の実施形態に係る記録媒体の断面図である。

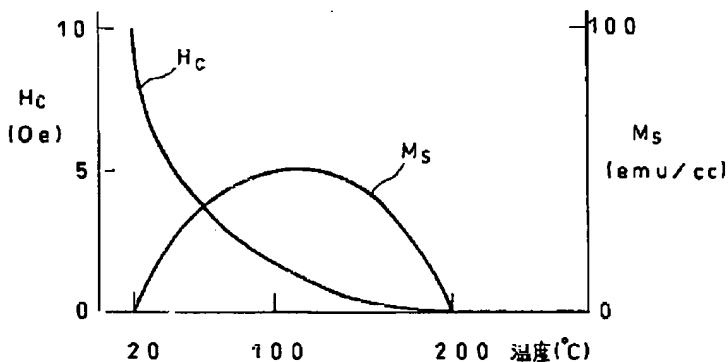
【図25】従来の記録媒体に、従来の光磁気ディスク装置を用いて、光を基板側から照射して記録を行う様子を示す模式図である。

【図26】従来の記録媒体の記録感度を表すグラフである。

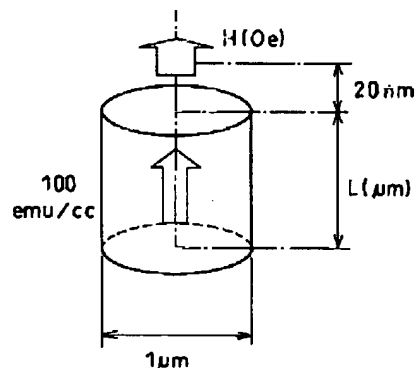
【符号の説明】

- 1 基板
- 3 記録層
- 4 非磁性層
- 5 記録補助層
- 6 酸化防止層(非磁性層)
- 11 反射層
- 12 強磁性体層
- 30 ディスク基板

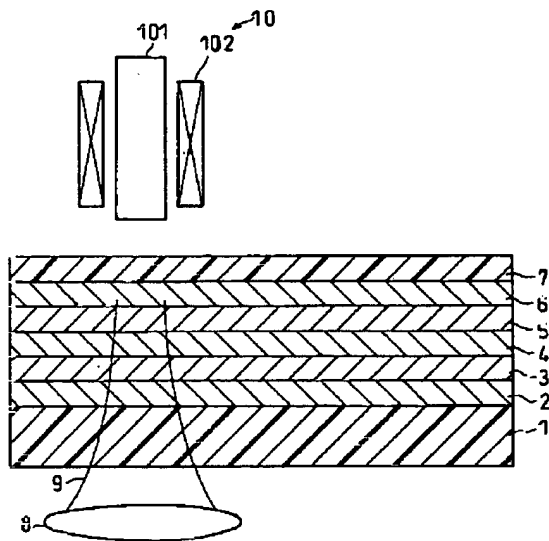
【図2】



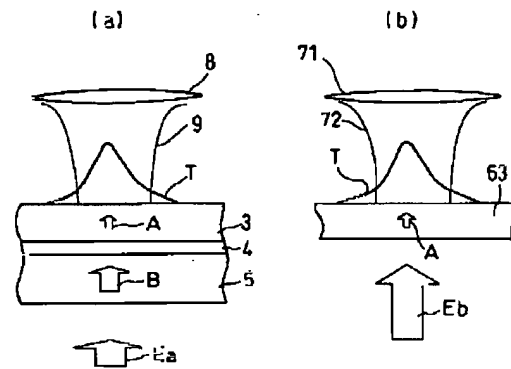
【図6】



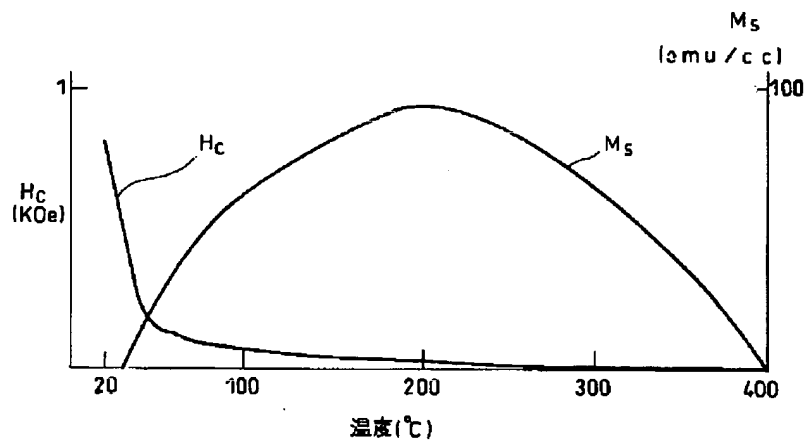
【図1】



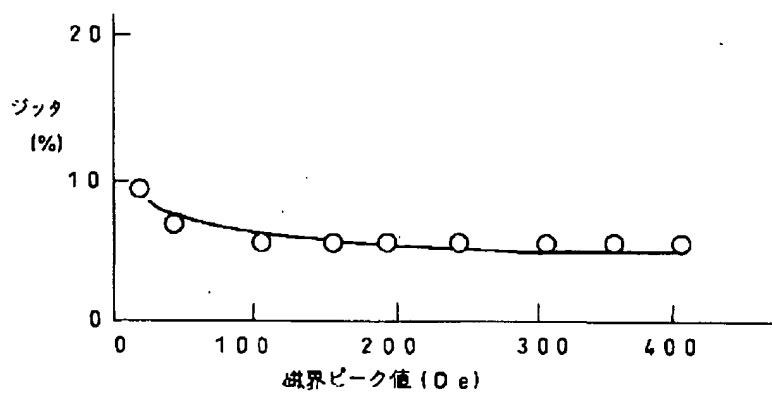
【図5】



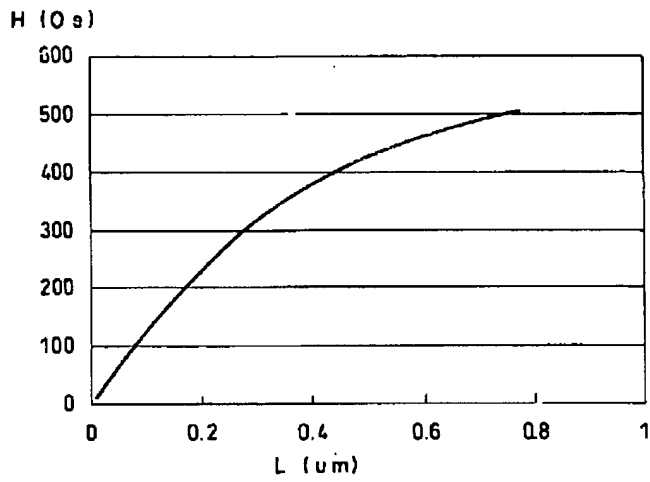
【図3】



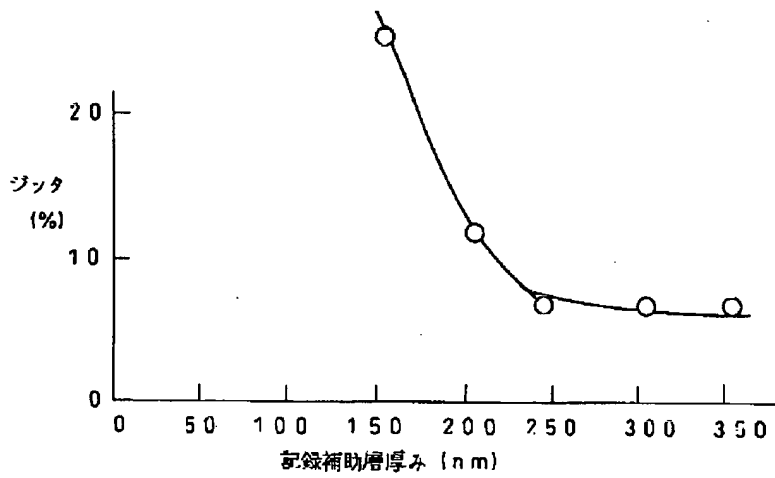
【図4】



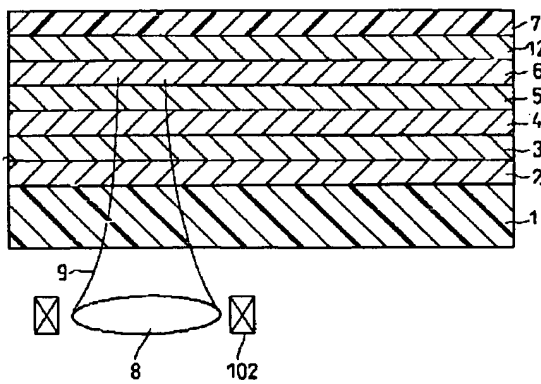
【図7】



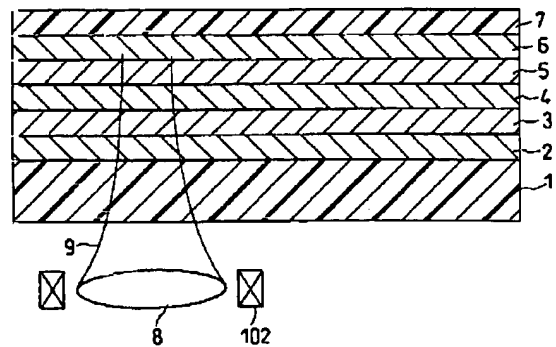
【図8】



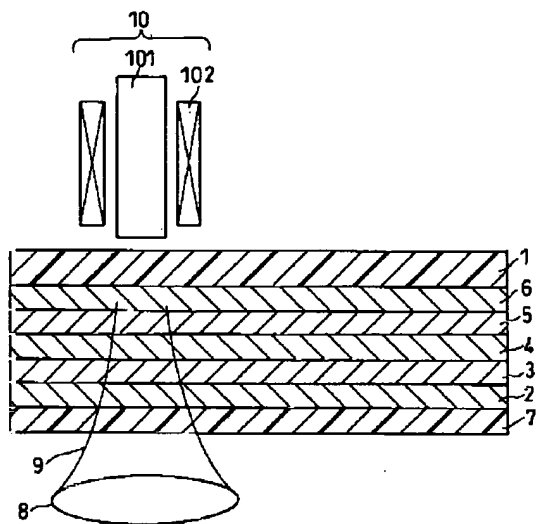
【図10】



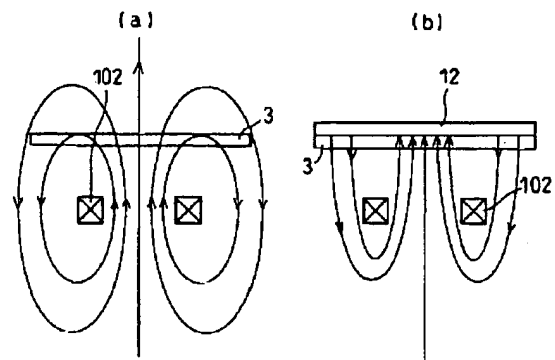
【図12】



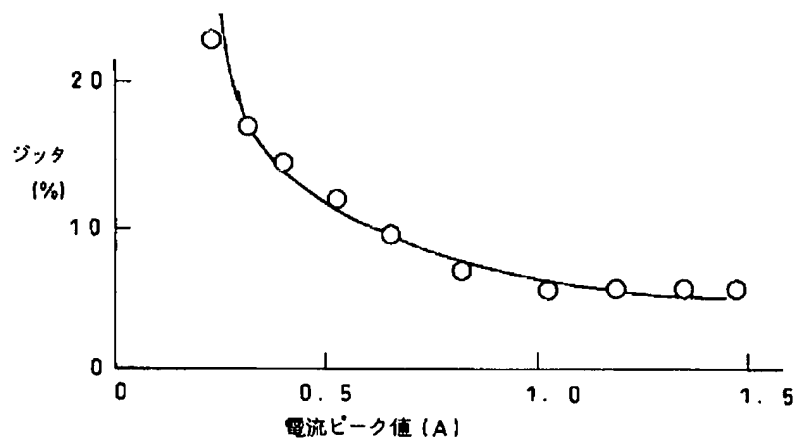
【図9】



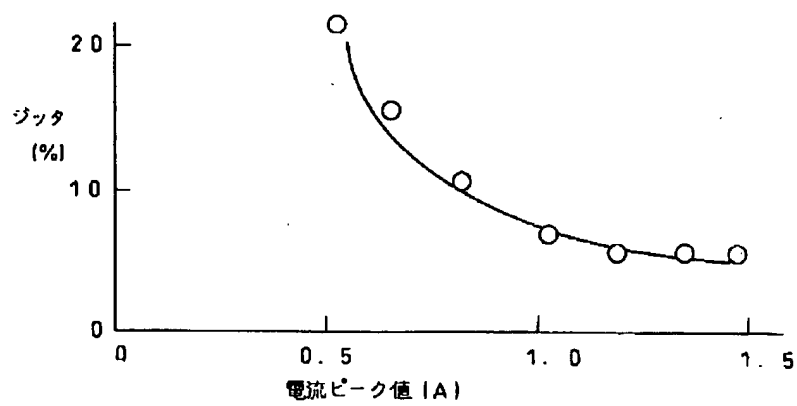
【図14】



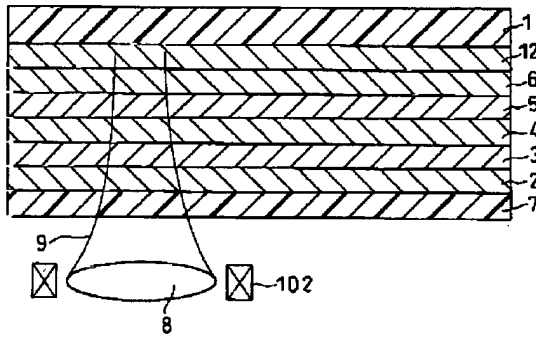
【図11】



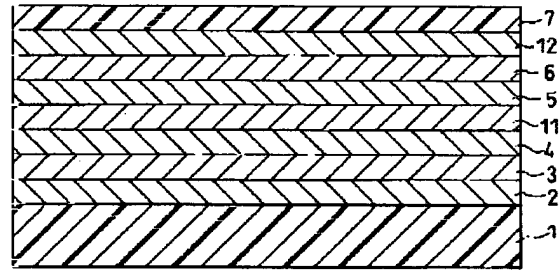
【図13】



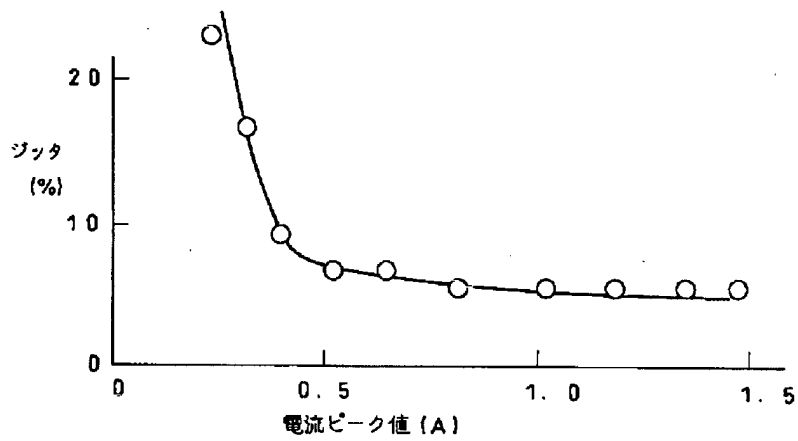
【図15】



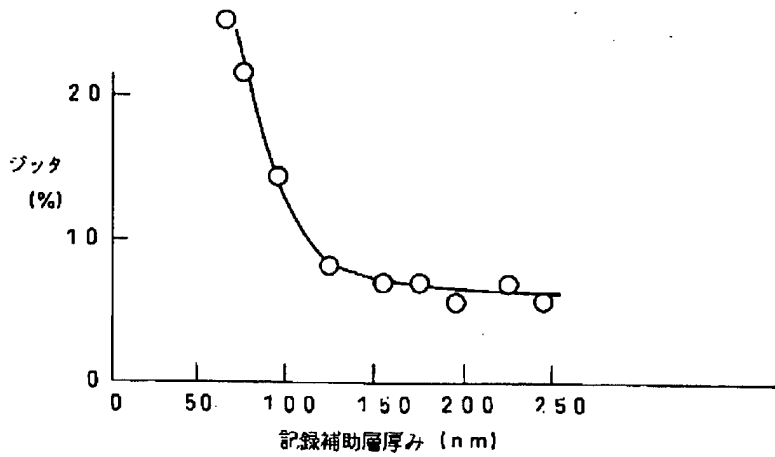
【図20】



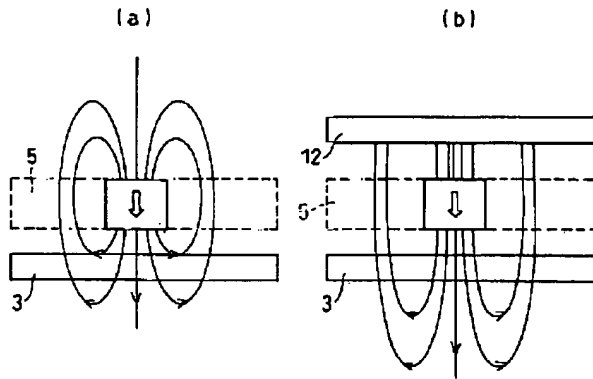
【図16】



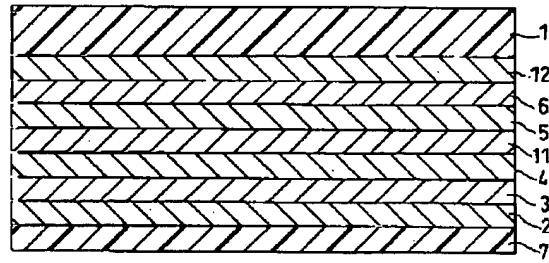
【図17】



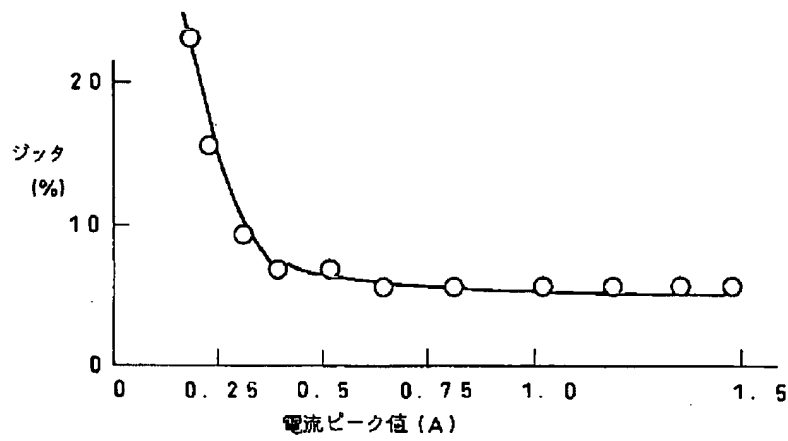
【図18】



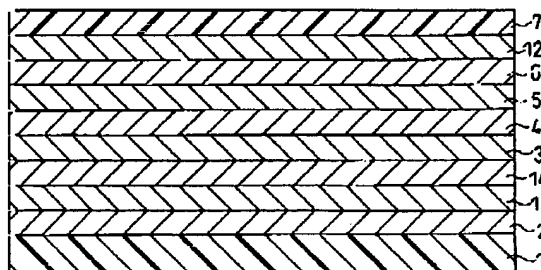
【図21】



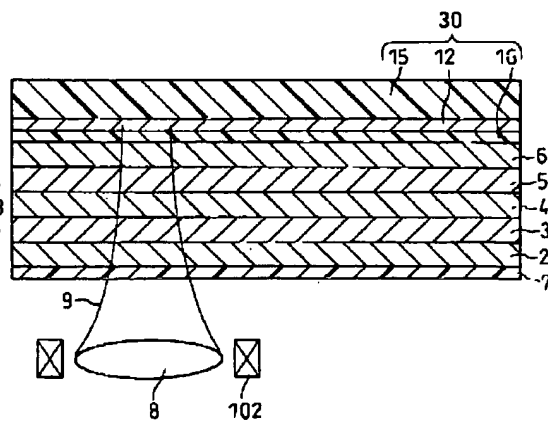
【図19】



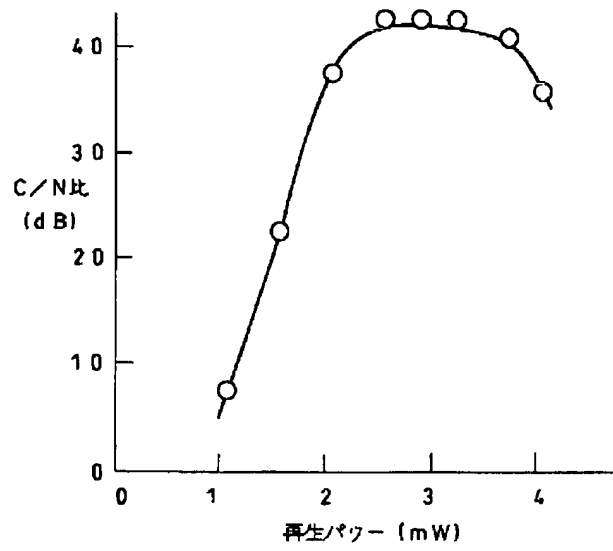
【図22】



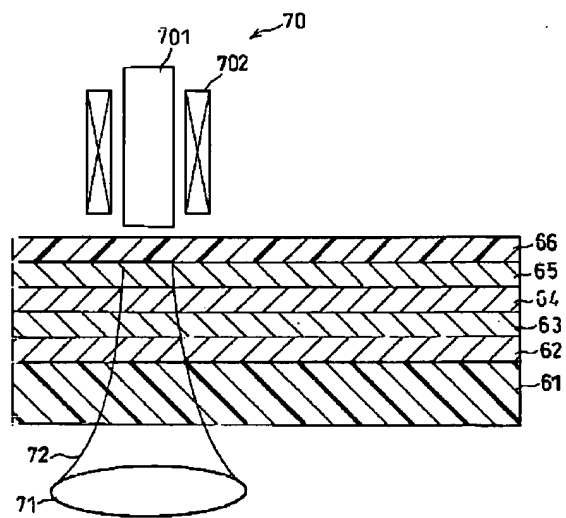
【図24】



【図23】



【図25】



【図26】

